

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
13 DE 44 13 840 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 N 27/22  
G 01 R 27/26  
G 01 B 7/06

21 Aktenzeichen: P 44 13 840.7-52  
22 Anmeldetag: 21. 4. 94  
43 Offenlegungstag: 26. 10. 95  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 7. 99

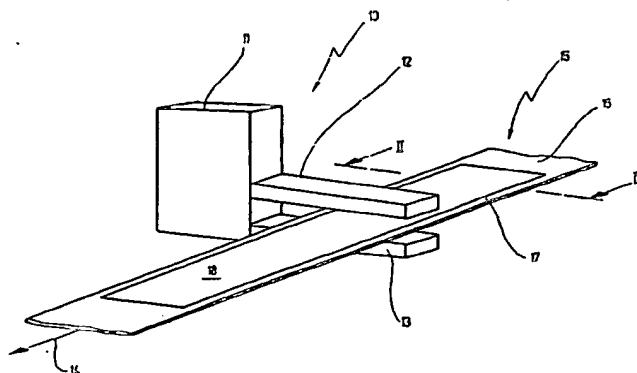
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
RETEC elektronische Regeltechnik GmbH, 74360  
Ilsfeld, DE  
74 Vertreter:  
Witte, Weller, Gahlert, Otten & Steil, 70178 Stuttgart

72 Erfinder:  
Sayer, Heinz, Dipl.-Ing., 71729 Erdmannhausen, DE  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE-PS 5 27 412

54 Vorrichtung zur berührungslosen Messung an einem Objekt

57 Vorrichtung zur berührungslosen Messung an einem Objekt (15), das ein Substrat (16) mit einem möglichen Auftrag (18) eines Mediums umfaßt, das vorzugsweise einen flüssigen bis pastenförmigen Zustand aufweist, mit einer ersten, im Betrieb mit einer Wechselspannung (32) beaufschlagten Elektrode (23), der eine zweite Elektrode (24) zugeordnet ist, die mit einer Meßvorrichtung (39) verbunden ist, wobei sich zwischen den beiden Elektroden (23, 24) infolge der angelegten Wechselspannung (32) ein elektrisches Feld aufbaut, das von dem Objekt (15) während der Messung derart beeinflusst wird, daß die Meßvorrichtung (33) ein für das Objekt (15) kennzeichnendes Signal (A) ausgibt, wobei die beiden Elektroden (23, 24) räumlich in einem Abstand (a) so zueinander angeordnet sind, daß sie mit ihren Elektrodenflächen (25, 26) aufeinander zu weisen, so daß sich das Objekt (15) während der Messung zwischen den Elektrodenflächen (25, 26) befindet, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßvorrichtung (33) einen Spannungsverstärker (41) umfaßt, der an der zweiten Elektrode (24) eine Wechselspannung mißt, deren Amplitude für das Objekt (15) kennzeichnend ist.



DE 44 13 840 C 2

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur berührungslosen Messung an einem Objekt, das ein Substrat mit einem möglichen Auftrag eines Mediums umfaßt, das vorzugsweise einen flüssigen bis pastenförmigen Zustand aufweist, mit einer ersten, im Betrieb mit einer Wechselspannung beaufschlagten Elektrode, der eine zweite Elektrode zugeordnet ist, die mit einer Meßvorrichtung verbunden ist, wobei sich zwischen den beiden Elektroden infolge der angelegten Wechselspannung ein elektrisches Feld aufbaut, das von dem Objekt während der Messung derart beeinflusst wird, daß die Meßvorrichtung ein für das Objekt kennzeichnendes Signal ausgibt, wobei die beiden Elektroden räumlich in einem Abstand so zueinander angeordnet sind, daß sie mit ihren Elektrodenflächen aufeinander zu weisen, so daß sich das Objekt während der Messung zwischen den Elektrodenflächen befindet.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE-PS 5 27 412 bekannt.

Die DE-PS 5 27 412 offenbart eine Einrichtung zum Messen der von einer Stoffbahn bei ihrer Behandlung mit einem Material aufgenommenen Materialmenge. Vor und nach der Behandlung ist jeweils ein Paar elektrischer Kondensatorplatten oberhalb bzw. unterhalb der Bahn vorgesehen. Die Paare von elektrischen Kondensatorplatten sind jeweils Teile von Schwingkreisen, die auf Resonanz miteinander abgestimmt sind. Jede Änderung der Kapazität stört die Resonanz, so daß dann der angezeigte Strom in dem einen Kreis abnimmt. Dieser Kreis kann dann durch Änderung von weiteren Schwingkreiskondensatoren wieder in Resonanz gebracht werden. Die Kapazitätsänderung dieser weiteren Kondensatoren ist ein Maß für Änderungen in der Materialmenge bzw. in dem laufenden Gewicht der behandelten Bahn.

Weitere Vorrichtungen zur berührungslosen Messung an einem Objekt sind beispielsweise aus der DE-PS 39 34 852 oder aus der DE-OS 23 62 835 bekannt.

Diese Vorrichtungen dienen beispielsweise dazu, in einer Fertigungsstraße das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Leimnaht auf einer Kartonage, einem Papier, einer Kunststoffolie oder ähnlichen Artikeln festzustellen. Die Fertigungsgeschwindigkeit ist in solchen Anlagen erheblich, so daß eine Überwachung durch bloßen Augenschein nicht mehr möglich ist. Das Vorhandensein der Leimnaht sowie ihr präziser Beginn und ihr definiertes Ende sind jedoch sowohl für die weitere Verarbeitung der Substrate als auch für die spätere Funktion der daraus gefertigten Produkte von erheblicher Bedeutung.

Die Erfindung ist nicht auf das Auftragen von Leimnähten oder Leimspuren beschränkt. Sie ist sowohl auf andere flüssige als auch pastenförmige Medien wie Leim gerichtet, als auch auf Aufträge in anderen geometrischen Konfigurationen, z. B. flächige Aufträge. Als Substrat kommen flächige Zuschnitte und fortlaufende Bahnen in Betracht. Im allgemeinen werden die Elektroden feststehend angeordnet sein, so daß sich das Substrat an den Elektroden vorbeibewegt.

Bei den bekannten Vorrichtungen werden kapazitive Sensoren verwendet, bei denen die beiden eine Kapazität bildenden Elektroden in der Nähe des Auftrages angeordnet sind und mit einer hochfrequenten Wechselspannung beaufschlagt werden. Die Elektroden sind in einer Ebene nebeneinander angeordnet und das zu vermessende Objekt bewegt sich unter den beiden Elektroden und parallel zu diesen.

Der so gebildete Kondensator ist Bestandteil eines Hochfrequenzschwingkreises. Da das Auftragsmedium eine andere Dielektrizitätskonstante aufweist als das Substrat und

als die Umgebung, ändert sich die Kapazität des Kondensators, wenn das Objekt an den Elektroden vorbeibewegt wird. Durch diese Kapazitätsänderung ändert sich die Frequenz des mit dem Kondensator gebildeten Schwingkreises. Diese Änderung kann meßtechnisch erfaßt werden.

Während bei der DE-OS 23 62 835 die beiden nebeneinander stehenden Elektroden mit einem Schwingkreis verbunden sind, ist gemäß der DE-PS 39 34 852 eine Viertelwellenlängenleitung vorgesehen, die das frequenzbestimmte Element des Hochfrequenzschwingkreises ist, der durch die Änderung der dielektrischen Verhältnisse vor dem offenen Ende dieser Leitung verändert wird.

Um reproduzierbare Messungen zu ermöglichen, müssen die Elektroden sehr dicht oberhalb des Objektes in einem bestimmten und definierten Abstand angeordnet sein, was hohe Anforderungen an die Führung des Objektes stellt. Ferner wird dadurch die Geschwindigkeit der Vorbewegung des Objektes an den Elektroden begrenzt, denn insbesondere bei dünnen Papierbahnen, die z. B. zu Bäckertüten verarbeitet werden, kommt es bei höherer Transportgeschwindigkeit zu einem "Flattern" der Bahn, das sich auf das Meßergebnis nachteilig auswirkt.

Ferner ist insbesondere bei Hochfrequenzschwingkreisen die Temperaturabhängigkeit und die mangelnde Selektivität von Nachteil. Die Messung spricht z. B. nicht nur auf den Leim sondern auch auf Umgebungseinflüsse wie Feuchtigkeit, Materialschwankungen etc. an. Darüber hinaus ist der erzielte Meßwert klein gegenüber dem Materialgrundwert, so daß sich keine zufriedenstellende Linearisierung ergibt.

Aus der EP-B-0 038 551 ist eine Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung der Lage und der dielektrischen Eigenschaften von Objekten bekannt. Die bekannte Vorrichtung verwendet zwei felderzeugende Elektroden, zwischen denen eine dritte Elektrode angeordnet ist, die als Meßelektrode wirkt. Die beiden felderzeugenden Elektroden werden aus zwei verschiedenen Spannungsquellen versorgt, die so eingestellt sind, daß das Potential an der Stelle der Meßelektrode Null ist, wenn kein zu erfassendes Objekt anwesend ist.

Die drei Elektroden sind in einer Ebene angeordnet, so daß sich das Meßobjekt unter ihnen vorbeibewegt. Das sich vorbeibewegende Meßobjekt bewirkt jetzt entsprechend den Abstandsverhältnissen zu der Meßelektrode ein Ausgangssignal in einer zugeordneten Meßvorrichtung, das von dem Abstand des Meßobjektes zu der Meßelektrode sowie von den dielektrischen Gegebenheiten abhängt. Die Anordnung ist so gewählt, daß sich eine starke Abstandsabhängigkeit ergibt, um die gewünschten Abstandsmessungen gut durchführen zu können. Die bekannte Vorrichtung ist insgesamt sehr kompliziert aufgebaut und benötigt viele gesondert einstellbare Teile, um ihre Aufgabe erfüllen zu können.

In diesem Dokument wird ferner diskutiert, daß es bei den Ausgangssignalen eine Mehrdeutigkeit gibt, so daß bestimmte Abstandsbereiche zu der Meßelektrode für das zu messende Objekt "verboten" sind.

Damit eignet sich auch diese Vorrichtung nicht dazu, z. B. den Leimauftrag auf sich schnell bewegende Papierbahnen zu kontrollieren.

Es besteht jedoch ein Bedarf an derartigen Vorrichtungen, mit denen nicht nur das Vorhandensein oder Fehlen des Leimauftrages sowie die genaue Lage des Leimauftrages auf dem Substrat gemessen werden kann, sondern mit denen darüber hinaus auch die Dicke des Leimauftrages bestimmt werden kann. Ferner wäre es wünschenswert, wenn derartige Vorrichtungen dazu in der Lage wären, zusätzliche Aussagen über die Qualität des Substrates zu liefern.

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung von der eingangs genannten Art

dahingehend weiterzubilden, daß sie bei einfachem schaltungstechnischem Aufbau weitgehend unabhängig gegenüber geringen Lageschwankungen des Objektes ist, so daß auch dünne Substrate, die sich mit hoher Geschwindigkeit an den Elektroden vorbeibewegen, sicher vermessen werden können.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe bei der eingangs genannten Vorrichtung dadurch gelöst, daß die Meßvorrichtung einen Spannungsverstärker umfaßt, der an der zweiten Elektrode eine Wechselspannung mißt, deren Amplitude für das Objekt kennzeichnend ist.

Diese Maßnahme ist aus konstruktiven Gründen von Vorteil, denn sie führt zu einem sehr einfachen Aufbau der Meßvorrichtung, die z. B. einen Spannungsmesser, ein Elektrometer etc. enthalten kann. Verglichen mit den komplizierten Schaltungen aus dem Stand der Technik, die zur Messung der dort als Meßgröße verwendeten Frequenzverschiebung verwendet werden, weist die neue Vorrichtung damit insbesondere schaltungstechnisch große Vorteile auf.

Diese Maßnahme ist aber auch deshalb bevorzugt, weil sie die Meßgenauigkeit und Meßmöglichkeit der neuen Vorrichtung entscheidend beeinflusst. Die an der zweiten Elektrode gemessene Wechselspannung ist zum einen von der gesamten geometrischen Anordnung, der Amplitude und der Frequenz der angelegten Wechselspannung abhängig, und zum anderen von den dielektrischen Eigenschaften des Objektes, das sich zwischen den beiden Elektroden befindet. Die geometrischen Bedingungen können mechanisch konstant gehalten werden und die Amplitude und die Frequenz der Wechselspannung lassen sich elektrisch leicht stabilisieren, so daß das Meßsignal letztendlich nur noch von den dielektrischen Eigenschaften des Objektes zwischen den Elektroden abhängt. Eine Zunahme der Dicke des Auftrages bewirkt dabei eine Zunahme der gemessenen Spannung.

Die Signaländerung ist von der Menge und von der Dielektrizitätszahl des Auftrages und/oder des Substrates abhängig, bei konstanter Dielektrizitätszahl also letztendlich von der Auftragsmenge. Unter den für die Messung geeigneten Medien nimmt Wasser aufgrund seiner hohen Dielektrizitätszahl gegenüber anderen Medien eine Sonderstellung ein. Wasser hat z. B. eine Dielektrizitätszahl von 81 während Papier und Kunststoffe typischerweise Dielektrizitätszahlen im Bereich zwischen 2 und 10 aufweisen. Wasser ist nun aber in den üblichen (Kalt-)Leim-Aufträgen in hohen Anteilen enthalten, so daß wasserhaltige Aufträge ein hohes Meßsignal ergeben, während die Substrate selbst ein entsprechend der Dielektrizitätszahl wesentlich geringeres Meßsignal ergeben, das ca. um einen Faktor 10 tiefer liegt. Da Wasser selbst auch als Feuchtigkeit im Substrat vorhanden sein kann, ist auch eine Messung der Substratfeuchte möglich.

Ein weiterer Vorteil ist, daß die Konstanz des Meßsignales durch die mechanische Stabilität der Anordnung und die elektrische Stabilität von Amplitude und Frequenz der angelegten Wechselspannung sowie von der Konstanz des Spannungsverstärkers abhängt. Da alle Größen leicht und vor allem voneinander unabhängig stabil gehalten werden können, weist die neue Vorrichtung eine ausgezeichnete Langzeitstabilität auf, so daß besondere Regelschaltungen nicht erforderlich sind.

Ferner ist die Meßgeschwindigkeit nur von der Leistungsfähigkeit der Elektronik abhängig, so daß auch bei sehr schnell zwischen den Elektroden hindurchbewegten Objekten eine zuverlässige Messung möglich ist.

Schließlich kann die Meßempfindlichkeit auf einfache Weise durch Erhöhung der Amplitude der angelegten Wechselspannung und/oder durch Erhöhung des Verstärkungsfaktors des Spannungsverstärkers erhöht werden. Da keine Fre-

quenzabgleiche etc. erforderlich sind, weist die neue Vorrichtung damit erhebliche konstruktive und betriebsmäßige Vorteile gegenüber den bekannten Vorrichtungen auf. So ermöglicht die hier verwendete Amplitudenmessung es zum Beispiel, daß Störungen herausgefiltert werden können; die in anderen Frequenzbereichen liegen, was beim Stand der Technik nicht so einfach möglich ist, da dort ja gerade die Frequenzverschiebung das eigentliche Meßsignal darstellt.

Der Erfinder hat gefunden, daß es bei der gegenüberliegenden Anordnung der Elektroden zu dem zu vermessenden Objekt überraschenderweise eine sehr viel geringere Abstandsabhängigkeit ergibt als bei solchen Anordnungen aus dem Stand der Technik, bei denen sich die Elektroden auf der selben Seite des Objektes befinden. Wenn sich das Objekt etwa in der Mitte zwischen den beiden Elektroden befindet, so beeinflusst das oben erwähnte "Flattern" einer Papierbahn das Meßergebnis nicht. Darüber hinaus ist eine Justierung der Elektroden bezüglich ihrer vertikalen und/oder horizontalen Lage gegenüber dem Objekt unkritisch, Verschiebungen innerhalb der Flächen der Elektroden beeinflussen die Messung nicht.

Da sich das zu vermessende Objekt jetzt sozusagen im "Inneren" des Kondensators befindet, sind auch die beim Stand der Technik stark störenden Hintergrundeinflüsse zu vernachlässigen.

Mit der neuen Vorrichtung kann daher jetzt zum einen ein Substrat zur Bestimmung der in ihm enthaltenen Feuchte vermessen werden. Da die Lage des Substrates zwischen den Elektroden nicht kritisch ist, wird das relativ kleine Meßsignal – verglichen mit der Messung von Leimauftrag – nicht übermäßig von Störungen überlagert, die sich aus der Lageungenauigkeit oder aus Hintergrundeinflüssen ergeben.

Beim Aufbringen von wasserhaltigen Aufträgen, wie z. B. Leim, auf trockene Substrate dominiert aufgrund der hohen Dielektrizitätszahl des Auftrags dieser das Meßsignal. Der auf das Substrat zurückgehende Anteil des Meßsignales liegt typischerweise bei ca. 10% oder weniger des gesamten Meßsignales, wenn sich ein Auftrag auf dem Substrat befindet. Bei Objekten mit Auftrag ist das Meßsignal dann weitgehend unabhängig vom Substrat, während dennoch bei reinen Substratmessungen Aussagen über den Feuchtegehalt des Substrates möglich sind, da es keine kritischen Überlagerungen durch Lagewerte etc. gibt.

Darüber hinaus ist die Horizontalposition z. B. der Leimnaht, also allgemein des Auftrags, innerhalb der Elektrodenfläche beliebig, eine Signaländerung ergibt sich erst dann, wenn der Auftrag die Fläche verläßt. Die Fläche kann dabei wesentlich größer sein als der Auftrag selbst, so daß auch eine große Horizontalverschiebung ohne Einfluß auf das Meßsignal bleibt. Das Substrat selbst muß auch nicht die ganze Fläche der Elektroden ausfüllen, bei der Messung des Auftrags stört es nicht, wenn ein Teil der Elektrodenfläche frei bleibt. Soll dagegen das Substrat selbst vermessen werden, so ist es von Vorteil, wenn die ganze Elektrodenfläche vom Substrat überdeckt wird.

Insgesamt ist es bevorzugt, wenn zwischen der zweiten Elektrode und der Meßvorrichtung eine Additionsstufe vorgesehen ist, in der der von der zweiten Elektrode stammenden Wechselspannung eine zu der angelegten Wechselspannung gegenphasige zweite Wechselspannung hinzu addiert wird.

Auch diese Maßnahme ist im Hinblick auf die Messung kleiner Signale von Vorteil, denn der auf der angelegten Wechselspannung beruhende Offset wird schon vor der Meßvorrichtung kompensiert. Mit anderen Worten, mit dieser Ausbildung müssen nicht kleine Differenzen großer Zahlen sondern die kleinen Differenzen selbst direkt gemessen werden. Dies erhöht die Meßgenauigkeit, wobei ein

Feinabgleich über die Amplitude der zweiten Wechselspannung möglich ist.

Hier sei noch erwähnt, daß äquivalent natürlich auch eine gleichphasige Wechselspannung subtrahiert werden kann, was vom Ergebnis her jedoch identisch ist.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die zweite Elektrode über einen Ableitwiderstand an den Verstärker angeschlossen ist, der vorzugsweise einen hochohmigen Eingang aufweist.

Diese Maßnahme ist schaltungstechnisch von Vorteil, denn sie verhindert auf einfache Weise eine statische Aufladung der Elektrodenanordnung.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die Additionsstufe eine dritte Elektrode umfaßt, die in geringem Abstand zu einer von der zweiten Elektrode zu der Meßvorrichtung führenden Signalleitung angeordnet ist, und die die zweite Wechselspannung an die Signalleitung ankoppelt.

Auch diese Maßnahme ist schaltungstechnisch von Vorteil, da in einem sehr einfachen Aufbau die als Referenz dienende zweite Wechselspannung angekoppelt wird. Da die dritte Elektrode im Sensorgehäuse angeordnet werden kann, erfolgt keine Beeinflussung durch das Objekt. Die dritte Elektrode dient lediglich dazu, die Addierstufe schaltungstechnisch einfach auszuführen.

Hier ist es weiter bevorzugt, wenn die Meßvorrichtung ein auf die angelegte Wechselspannung abgestimmtes Bandpaßfilter umfaßt.

Diese Maßnahme erhöht die Meßgenauigkeit und Meßempfindlichkeit der neuen Vorrichtung noch einmal erheblich. Da sich die Frequenz der angelegten Wechselspannung nicht ändert, können durch das angepaßte Bandpaßfilter Störungen herausgefiltert werden, die von der Umgebung, aus dem Spannungsnetz oder von der Maschine stammen, die die zu vermessenden Objekte transportiert und/oder verarbeitet bzw. bearbeitet. Dies ermöglicht eine einfache Schwellwertdetektion, so daß die Auswertung lediglich den Vergleich mittels eines vorgegebenen oder zuvor nach Art eines "Teach-In"-Verfahrens eingelesenen Wertes durchführen muß.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die Meßvorrichtung eine Detektorschaltung umfaßt, die die von der zweiten Elektrode stammende Wechselspannung in ein Gleichspannungssignal umsetzt und dabei ggf. die Phasenlage der gemessenen Wechselspannung mit der Phasenlage der angelegten Wechselspannung vergleicht.

Diese Maßnahme ist bevorzugt, weil sie eine einfache Signalaufbereitung für einen nachgeschalteten Rechner darstellt, wobei die Phasenlage neben der Amplitude als zweite Meßgröße einbezogen werden kann, so daß zusätzliche Informationen über das Meßobjekt gewonnen werden können.

Insgesamt ist es bevorzugt, wenn die beiden Elektroden in Sensorarmen untergebracht sind, die je ein metallisches Gehäuse aufweisen, wobei die Elektroden unter einer elektrisch nicht leitenden Abdeckung angeordnet sind.

Hier ist von Vorteil, daß eine einfache und sichere Abschirmung und ein entsprechender Schutz vor sowohl elektromagnetischer als auch sonstiger mechanischer Verschmutzung gegeben ist.

Eine Verschmutzung der Elektrodenflächen z. B. durch Leimspritzer kann darüberhinaus kompensiert werden, wenn eine Referenzmessung ohne Substrat oder zumindest ohne Auftrag möglich ist, wie es z. B. bei intermittierender Beleimung in der Leimlücke oder bei der Beleimung einzelner Zuschnitte in den Lücken zwischen den Zuschnitten gegeben ist. Diese Kompensation kann darin bestehen, daß die Amplitude der angelegten Wechselspannung und/oder der Verstärkungsfaktor des Spannungsverstärkers erhöht oder auch verringert werden. Bei Tests hat sich gezeigt, daß die Genauigkeit der Messung von der Verschmutzung der Elek-

troden in weiten Grenzen unabhängig gehalten werden kann.

Darüberhinaus kann das Kompensationssignal ebenfalls überwacht werden, um so bei einer zu starken Verschmutzung der Elektroden eine entsprechende Meldung auslösen zu können.

Diese Kompensation erlaubt also die Anwendung der neuen Vorrichtung in schmutzanfälligen Umgebungen, da die Verschmutzung überwacht und kompensiert werden kann. Das Meßprinzip eignet sich in gleicher Weise aber sowohl für kontinuierliche als auch für diskontinuierliche Überwachung, wobei es besonders für hohe Meßgeschwindigkeiten geeignet ist.

Insgesamt ist es bevorzugt, wenn die angelegte Wechselspannung eine konstante Frequenz und vorzugsweise eine konstante Amplitude aufweist.

Zwar wäre es möglich, sowohl die Frequenz als auch die Amplitude der angelegten Wechselspannung jeweils an das neu zu vermessende Objekt anzupassen, um eine möglichst große Empfindlichkeit zu erzielen, bei konstanter Frequenz ist aber von Vorteil, daß der Aufbau der Meßvorrichtung und der die angelegte Wechselspannung liefernden Wechselspannungsquelle sehr einfach sein können. Alle Komponenten können darüberhinaus auf die Frequenz der angelegten Wechselspannung ausgelegt sein, so daß eine sehr frequenzselektive Messung möglich ist.

Insgesamt ist es bevorzugt, wenn der Abstand der Elektrodenflächen zueinander größer als 10 mm, vorzugsweise größer oder gleich 20 mm ist.

Hier ist von Vorteil, daß der große Abstand der Elektroden eine große Variation in der Substratdicke und/oder der Auftragsmenge erlaubt. Diese große Öffnungsweite erlaubt darüberhinaus eine einfache Führung des Substrates, wobei zumeist gar keine Führung erforderlich ist. Ferner verhindert dieser große Abstand wesentlich die Verschmutzung der Elektroden.

Insgesamt bleibt festzustellen, daß die neue Vorrichtung wegen der Anordnung des Objektes zwischen den Elektroden und wegen der Messung der Wechselspannung an der zweiten Elektrode nicht nur ein Meßsignal liefert, das gegenüber Lageschwankungen des Objektes zwischen den Elektroden weitgehend unabhängig ist, sondern das sich auf einfache Weise so weiterverarbeiten läßt, daß sich sowohl Aussagen über das Substrat als auch Aussagen über den Auftrag gewinnen lassen. Insbesondere die Kompensation des Offset durch die Additionsstufe sowie die Verwendung des Bandpaßfilters führen zu einer hohen Meßgenauigkeit und einer großen Unempfindlichkeit gegenüber Störungen von außen, wie sie bei den bekannten Vorrichtungen aus dem Stand der Technik nicht erreichbar ist.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den jeweils angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen perspektivischen Darstellung die neue Vorrichtung im Betriebszustand;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der neuen Vorrichtung aus Fig. 1, gesehen längs der Linie II-II aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Kurve, die die Abhängigkeit des Ausgangssignales der neuen Vorrichtung aus Fig. 1 von der vertikalen Lage des Objektes zwischen den Elektroden darstellt; und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer Additionsstufe, wie sie in Fig. 2 schematisch angedeutet ist.

In Fig. 1 ist mit 10 eine neue Vorrichtung bezeichnet, die ein Sensorgehäuse 11 umfaßt, von dem parallel zueinander zwei Sensorarme 12 und 13 abstehen.

Zwischen den Sensorarmen 12 und 13 bewegt sich in Richtung des Pfeiles 14 ein Objekt 15, an dem die Vorrichtung 10 Messungen durchführt.

Das Objekt umfaßt ein Substrat 16 aus Papier, Pappe, Kunststoff etc., auf dem in einem Bereich 17 ein Auftrag 18 von Leim oder einem sonstigen Klebstoff aufgebracht ist. Aufgabe der Vorrichtung 10 kann es z. B. sein, den Beginn und das Ende des Bereiches 17 zu erfassen und/oder die Dicke des Auftrags 18 zu messen. Ferner kann mit der Vorrichtung 10 der Feuchtegehalt des Substrates 16 bestimmt werden. Die Objekte 15 können dabei entweder in Endlosbahnen vorliegen, die wie in Fig. 1 gezeigt frei und ungeführt zwischen den Sensorarmen 12 und 13 hindurchgehen, es können jedoch auch einzeln herantransportierte Zugschnitte sein. Ferner kann die Vorrichtung 10 dazu verwendet werden, eine kontinuierliche Beleimung auf einer kontinuierlichen Bahn zu bestimmen.

In Fig. 2 ist in einer schematischen Ansicht längs der Linie II-II aus Fig. 1 die neue Vorrichtung 10 mehr im Detail gezeigt, wobei der Auftrag 18 zur Verdeutlichung übertrieben dargestellt ist.

Jeder Sensorarm 12 und 13 umfaßt ein metallisches Gehäuse 21 bzw. 22, das mit dem Sensorgehäuse 11 verbunden ist. In dem Gehäuse 22 des Sensorarmes 13 ist eine erste Elektrode 23 angeordnet, die einer zweiten Elektrode 24 in dem Gehäuse 21 des Sensorarmes 12 so gegenüberliegt, daß sich das Substrat 16 mit darauf befindlichem Auftrag 18 zwischen Flächen 25, 26 der Elektroden 23, 24 befindet. Die Elektrodenflächen 25, 26 weisen zueinander einen vertikalen Abstand  $a$  auf, wobei sich das Substrat 16 in einem Abstand  $x$  zu der Elektrodenfläche 26 der zweiten Elektrode 24 und im wesentlichen parallel zu dieser bewegt.

Die erste Elektrode 23 ist mit einer Wechselspannungsquelle 31 verbunden, über welche sie mit einer bei 32 angedeuteten Wechselspannung beaufschlagt wird, so daß sich im Betrieb zwischen den Elektroden 23, 24 ein elektrisches Feld aufbaut. Die zweite Elektrode 24 ist mit einer Meßvorrichtung 33 verbunden, die an ihrem Ausgang ein Signal A ausgibt, das für das Objekt 15 kennzeichnend ist.

Die Dielektrizitätszahl oder auch Dielektrizitätskonstante des Substrates 16 sowie des Auftrags 18 unterscheiden sich von Luft, so daß an der zweiten Elektrode 24 eine Wechselspannung zu messen ist, die davon abhängt, ob sich ein Substrat 16 zwischen den Elektroden 23, 24 befindet, ob ferner auf diesem Substrat ein Auftrag 18 vorhanden ist und ob das Substrat 16 Feuchte enthält oder nicht. Ferner ist das Signal A von der Dicke des Auftrags 18 und genauer von der Menge an Auftrag 18 zwischen den Elektrodenflächen 25, 26 abhängig.

Die an der zweiten Elektrode 24 zu messende Wechselspannung gelangt auf einer Signalleitung 35 in einer Additionsstufe 36, wo ihr eine bei 37 anstehende, zu der angelegten Wechselspannung 32 gegenphasige Wechselspannung hinzuaddiert wird. Statt der Additionsstufe 36 könnte auch eine Subtraktionsstufe vorgesehen sein, die eine zu der angelegten Wechselspannung 32 phasengleiche Wechselspannung subtrahiert.

Zweck der Additionsstufe 36 ist es, den Offset zu kompensieren, der aus der angelegten Wechselspannung 32 herrührt.

Die Signalleitung 35 geht als Signalleitung 38 aus der Additionsstufe 36 heraus. Die Signalleitung 38 ist über einen mit Masse verbundenen Ableitwiderstand 39 mit einem

Spannungsverstärker 41 verbunden. Zweck des Ableitwiderstandes 39 ist es, eine statische Aufladung der Elektroden 23, 24 zu verhindern.

Auf diese Weise empfängt der Spannungsverstärker 41 ein Wechselspannungssignal, dessen Amplitude ein Maß für die dielektrischen Eigenschaften des Objektes 15 ist, wenn sich dieses zwischen den Elektroden 23 und 24 befindet.

Auf den Spannungsverstärker 41 folgt ein Bandpaßfilter 42, das an die Frequenz der angelegten Wechselspannung 32 angepaßt ist. Auf diese Weise können in dieser Signalverarbeitung alle Störungen herausgefiltert werden, die sich von der Frequenz der angelegten Wechselspannung 32 unterscheiden. Derartige Störungen können z. B. aus dem Spannungsnetz oder von laufenden Maschinen herrühren.

Auf das Bandpaßfilter 42 folgt ein Detektor 43, der das von dem Bandpaßfilter 42 ausgegebene Wechselspannungssignal in ein Gleichspannungssignal umwandelt, das er als Signal A ausgibt. Der Detektor 43 ist ferner über eine Phasenleitung 44 mit der Wechselspannungsquelle 31 verbunden, so daß er zusätzlich zu der Amplitude auch die unterschiedlichen Phasenlagen zwischen der angelegten Wechselspannung 32 sowie der von der zweiten Elektrode 24 stammenden Wechselspannung mit berücksichtigen kann.

In Fig. 3 ist die Abhängigkeit des Meßsignales A von dem Abstand  $x$  aufgetragen, den das Substrat 16 zu der zweiten Elektrode 24 einnimmt. Die Kurve gemäß Fig. 3 beruht auf einer Messung, die an einem Prototypen der neuen Vorrichtung 10 durchgeführt wurde. Aus dieser Kurve gemäß Fig. 3 ergibt sich, daß die neue Vorrichtung 10 sehr unempfindlich gegen ein Flattern oder eine sonstige Lageverschiebung des Substrates 16 zwischen den Elektroden 23, 24 ist. In Fig. 3 zeigt eine obere Kurve 46 eine Messung an einem Substrat 16 mit Auftrag 18, während eine untere Kurve 47 lediglich eine Messung an einem Substrat 16 widerspiegelt. In dem gezeigten Beispiel ist der Abstand  $a$  ungefähr gleich 20 mm. Es ist zu erkennen, daß sich das Meßsignal A kaum ändert, wenn das Substrat 16 sich um mehrere mm aus seiner Mittellage bei  $x = 10$  mm entfernt. Es ist weiter zu erkennen, daß das Substrat 16 nur ca. 10% des gesamten Signales A ausmacht.

In Fig. 4 ist noch ein Ausführungsbeispiel der Additionsstufe 36 aus Fig. 2 gezeigt. Die Additionsstufe 36 umfaßt eine dritte Elektrode 49, die die bei 37 anstehende Wechselspannung an die Signalleitung 35, 38 ankoppelt. Da die bei 37 anstehende Wechselspannung gegenphasig zu der angelegten Wechselspannung 32 ist, wird auf diese Weise auf der Signalleitung 38 ein Signal bereitgestellt, das die Differenz zwischen den bei 35 und 37 anstehenden Wechselspannungen darstellt. Über die Feinjustierung der Elektrode 49 sowie über die Amplitude der bei 37 anstehenden Wechselspannung kann ein Abgleich durchgeführt werden, so daß der Spannungsverstärker 41 optimale Eingangsbedingungen erhält.

Abschließend sei bemerkt, daß das Meßobjekt 15 keinen Einfluß auf die Ankopplung in der Additionsstufe 36 hat, da sich die dritte Elektrode 49 innerhalb des aus Metall bestehenden Sensorgehäuses 11 befindet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur berührungslosen Messung an einem Objekt (15), das ein Substrat (16) mit einem möglichen Auftrag (18) eines Mediums umfaßt, das vorzugsweise einen flüssigen bis pastenförmigen Zustand aufweist, mit einer ersten, im Betrieb mit einer Wechselspannung (32) beaufschlagten Elektrode (23), der eine zweite Elektrode (24) zugeordnet ist, die mit einer Meßvorrichtung (39) verbunden ist, wobei sich zwischen den

beiden Elektroden (23, 24) infolge der angelegten Wechselspannung (32) ein elektrisches Feld aufbaut, das von dem Objekt (15) während der Messung derart beeinflusst wird, daß die Meßvorrichtung (33) ein für das Objekt (15) kennzeichnendes Signal (A) ausgibt, wobei die beiden Elektroden (23, 24) räumlich in einem Abstand (a) so zueinander angeordnet sind, daß sie mit ihren Elektrodenflächen (25, 26) aufeinander zu weisen, so daß sich das Objekt (15) während der Messung zwischen den Elektrodenflächen (25, 26) befindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßvorrichtung (33) einen Spannungsverstärker (41) umfaßt, der an der zweiten Elektrode (24) eine Wechselspannung mißt, deren Amplitude für das Objekt (15) kennzeichnend ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der zweiten Elektrode (24) und der Meßvorrichtung (33) eine Additionsstufe (36) vorgesehen ist, in der von der zweiten Elektrode (24) stammenden Wechselspannung eine zu der angelegten Wechselspannung (32) gegenphasige zweite Wechselspannung (37) hinzu addiert wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrode (24) über einen Ableitwiderstand (39) an den Spannungsverstärker (41) angeschlossen ist, der einen hochohmigen Eingang aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Additionsstufe (36) eine dritte Elektrode (49) umfaßt, die in geringem Abstand zu einer von der zweiten Elektrode (24) zu der Meßvorrichtung (33) führenden Signalleitung (35, 38) angeordnet ist, und die die zweite Wechselspannung (37) an die Signalleitung (35, 38) ankoppelt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßvorrichtung (33) ein auf die angelegte Wechselspannung (32) abgestimmtes Bandpaßfilter (42) umfaßt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßvorrichtung (33) eine Detektorschaltung (43) umfaßt, die die von der zweiten Elektrode (24) stammende Wechselspannung in ein Gleichspannungssignal (A) umsetzt und dabei die Phasenlage der gemessenen Wechselspannung mit der Phasenlage der angelegten Wechselspannung (32) vergleicht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Elektroden (23, 24) in Sensorarmen (12, 13) untergebracht sind, die je ein metallisches Gehäuse (21, 22) aufweisen, wobei die Elektroden (23, 24) unter einer elektrisch nicht leitenden Abdeckung angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die angelegte Wechselspannung (32) eine konstante Frequenz und eine konstante Amplitude aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) der Elektrodenflächen zueinander (25, 26) größer als 10 nm ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

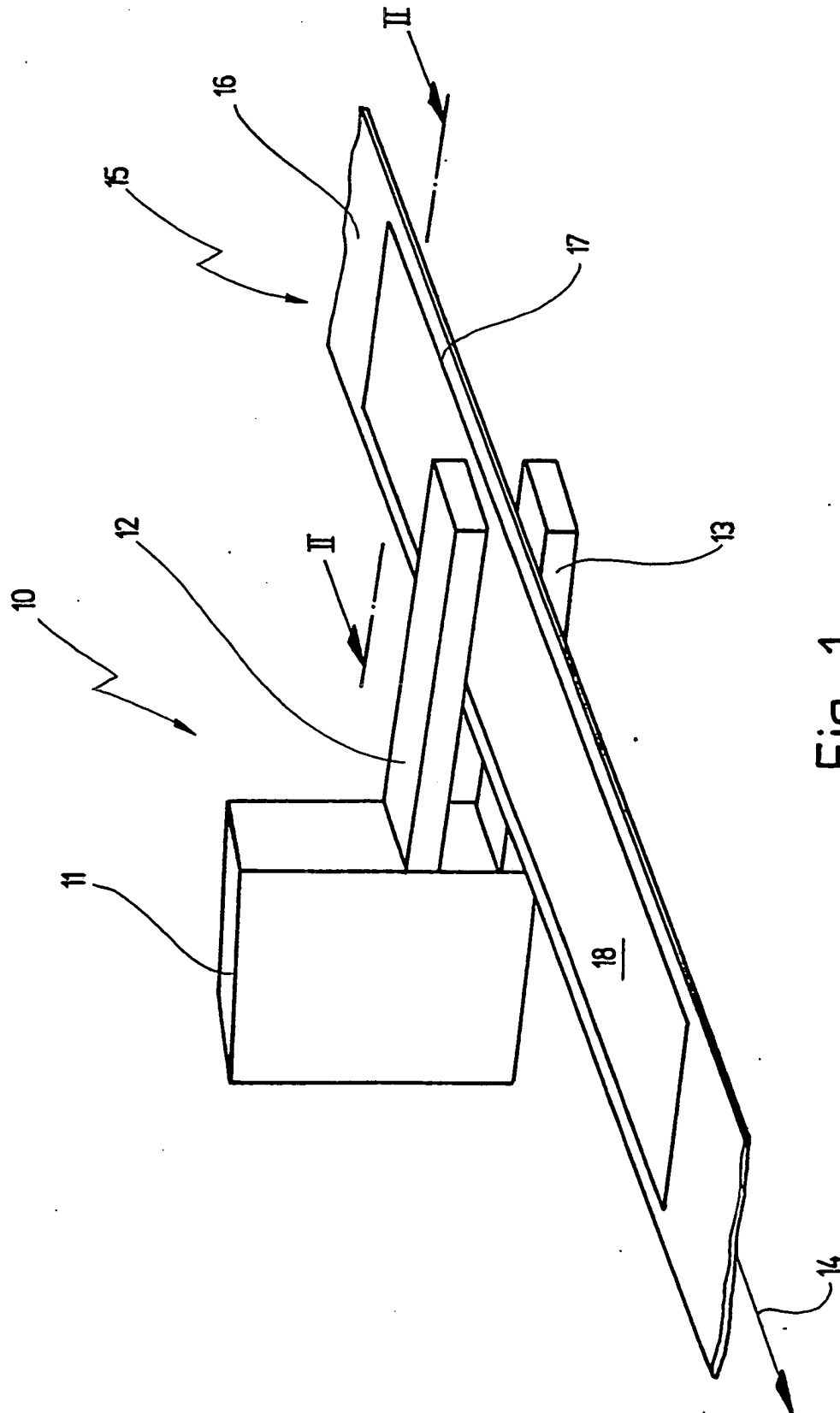


Fig. 1

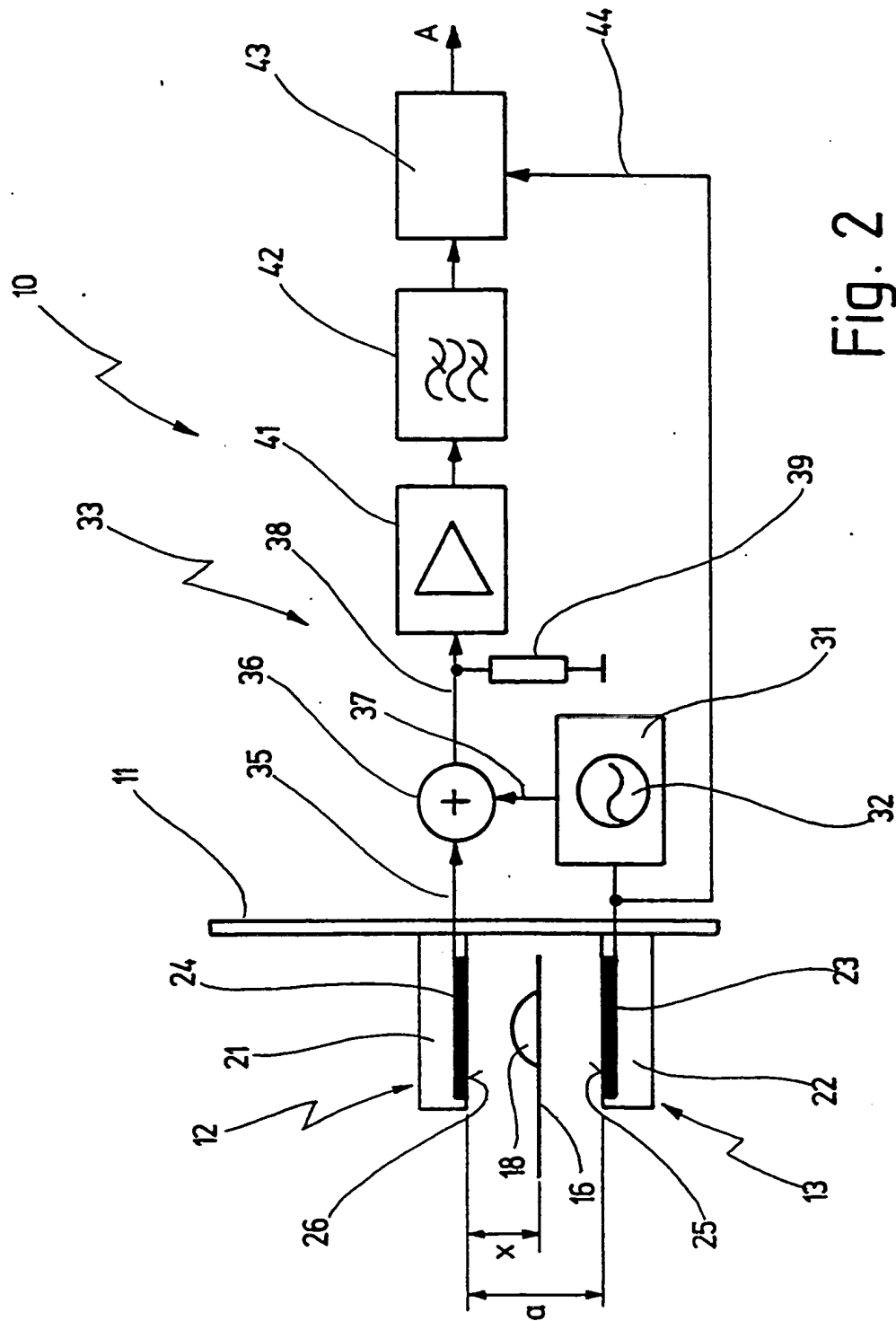


Fig. 2



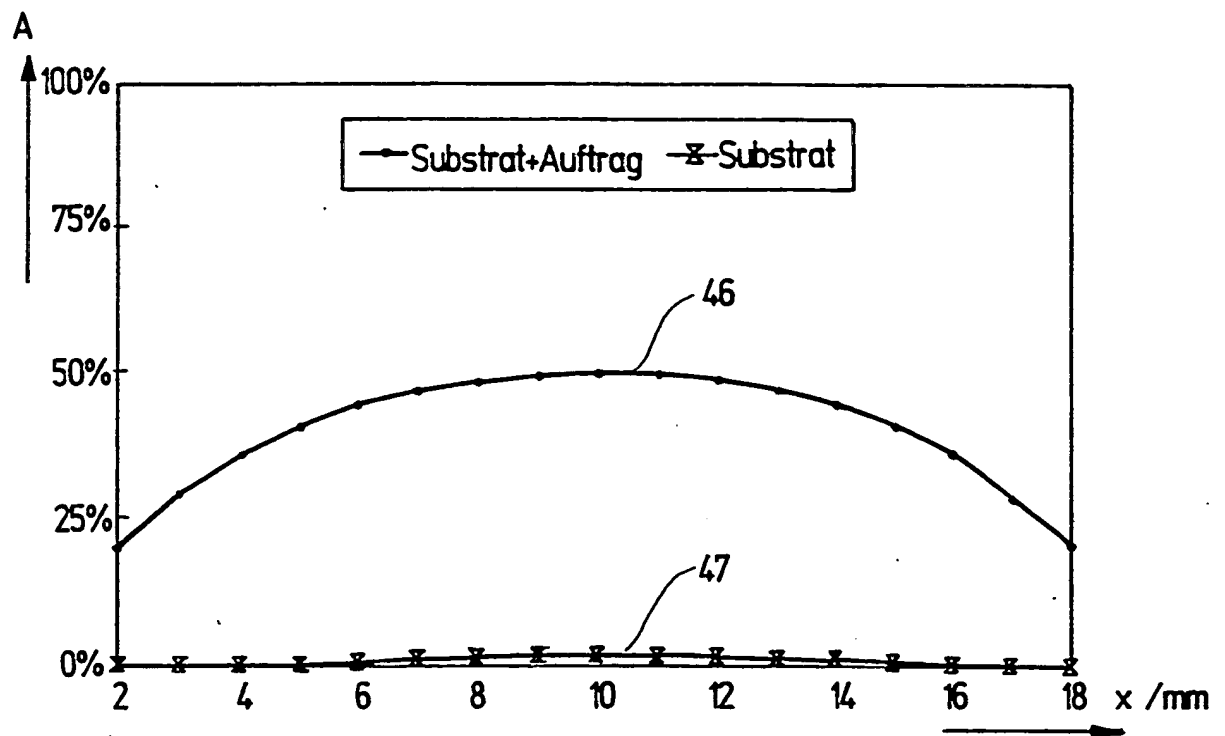


Fig. 3

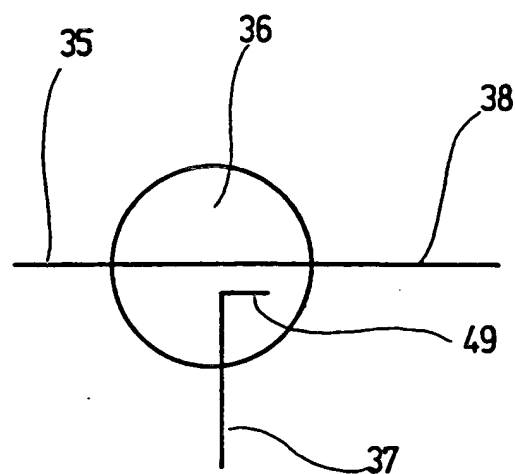


Fig. 4